Informe del Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales

Proyecto "Mina de Cobre Panamá"

Preparado para

Minera Panamá, S.A.

Octubre, 2013

Informe del Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales

Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:

Minera Panamá

Elaborado por:

CODESA
CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.

ISO 9001 icontec

CERTIFIED IQNet MANAGEMENT SYSTEM

CARBONO NEUTRO

Octubre, 2013

CODESA	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIPROCA - AA-003-2012	Azalia Robolt	Roy Quintero	Ceferino Villamil

Índice

1. Introducción 4
2. Objetivo general 5
3. Objetivos específicos 5
4. Aspecto metodológico 5
4.1. Procedimiento para la toma de las muestras 6
5. Sitios de muestreo 7
6. Resultados 8
7. Discusión 27
8. Conclusiones 33
9. Recomendaciones 34
10. Bibliografía 34
Anexos 36
Anexo 1.Imágenes de la toma de muestras de agua superficial 37
Anexo 2.Resultados de los análisis de laboratorio 41

1. Introducción

La calidad del agua es afectada por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial, la producción agrícola, el tratamiento a la que es sometida antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua y a la cantidad misma de agua presente en los ríos y lagos; ya que de ésta depende su capacidad de purificación (Hakanson et al. 2000).

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y Social del Proyecto "Mina de Cobre Panamá", se presentó a la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), el 10 de septiembre de 2010 y se admitió en la fase de evaluación y análisis el 17 de septiembre de 2010. Posterior al cumplimiento de las formalidades y requisitos legales que establece la legislación panameña, la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), aprobó mediante la Resolución DIEORA IA 1210-2011 del 28 de diciembre de 2011 el estudio y su consecuente viabilidad ambiental y social.

El presente documento constituye el Sexto Informe del Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales realizado en nueve puntos de muestreo (ocho puntos de agua dulce y un punto de agua salada). De los nueve puntos de monitoreo, cuatro (4) corresponden a los ríos: Río Pifa (W-45) cerca de la comunidad de Chicheme, Río Petaquilla (W-1) cerca del Campamento Petaquilla, en Río Botija se sitúan dos puntos (W-49) cerca del Campamento Botija y (W-5) cerca de San Benito; los cuales se encuentran dentro del área de influencia directa de los trabajos de construcción del Camino Conector, Campamentos El Dorado, Campamento Kiwara y su sitio de disposición de material estéril, Pit Botija, Cantera Camino Corto, Cantera Botija, Acceso Camino a la Costa, Campamento TMF y Cantera Old Petaquilla.

Los otros cinco (5) puntos se ubican en el área de Punta Rincón, y cuatro corresponden a las Poza de sedimentación 6 (PR-PZ6), Poza de sedimentación 7 (PR-PZ7), Poza de sedimentación 8 (PR-PZ8) y Poza de sedimentación 9 (PR-PZ9); por último, el punto de agua de mar (PR-M1) corresponde a la muestra tomada a 200 m aproximadamente del Módulo Flotante o "Combifloat".

Se consideró como referencia de cumplimiento, los valores establecidos para aguas naturales contenidos en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo, mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C y Clase 1M) en la República de Panamá.

2. Objetivo general

Evaluar la calidad de las aguas superficiales de los ríos: Río Pifa (W-45) cerca de la comunidad de Chicheme, Río Petaquilla (W-1) cerca del Campamento Petaquilla y dos puntos situados en el Río Botija que corresponden a (W-49) cerca del Campamento Botija y (W-5) cerca de San Benito; los cuales se sitúan dentro del área de influencia directa de los trabajos de construcción del Camino Conector, Campamentos El Dorado, Campamento Kiwara y sus sitios de disposición de material estéril, Pit Botija, Cantera Camino Corto, Cantera Botija, Acceso Camino a la Costa, Campamento TMF y Cantera Old Petaquilla y área costera aledaña al Proyecto *"Mina de Cobre Panamá*".

3. Objetivos específicos

- Tomar muestras de agua superficial en el área de influencia de los trabajos de construcción en Camino Conector, Campamento El Dorado, Campamento Kiwara y sus sitios de disposición de material estéril, Pit Botija, Cantera Camino Corto, Cantera Botija, Acceso Camino a la Costa, Campamento TMF y Cantera Old Petaquilla.
- Caracterizar las muestras tomadas.
- Comparar los resultados de los monitoreos con los valores establecidos en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo, mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales Clase 1C y Clase 1M en la República de Panamá.

4. Aspecto metodológico

Los muestreos fueron efectuados por personal del Laboratorio Inspectorate Panamá, S.A., bajo la supervisión del personal del Departamento de Ambiente de Minera Panamá S.A. y de la

empresa Corporación de Desarrollo Ambiental, durante los días 16, 17, 18 y 22 de octubre de 2013.

La toma de muestras se realizó en función de las especificaciones establecidas en la Resolución 596 del 12 de noviembre de 1999, promulgada por el Ministerio de Comercio e Industrias, mediante la cual se aprueba el Reglamento Técnico DGNTI[1]-COPANIT[2] 21-393-99. AGUA. Calidad de Agua. Toma de Muestras.

El registro de Imágenes de este muestreo se adjunta en el Anexo 1.

El análisis de las muestras lo realizó el Laboratorio Inspectorate Panamá, S.A. de acuerdo al *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, edición 21 del 2005 y EPA[3]-8015-B.

4.1. Procedimiento para la toma de las muestras

- Lavar los envases con el agua de la quebrada o río donde se tomará la muestra, antes de recogerla.
- Tomar muestras simples en el centro de la corriente, o en un punto representativo del cuerpo de agua superficial, luego de verificar que el agua fluya en el sitio y no sea agua estancada o sin flujo de corriente.
- Recoger las muestras en envases de boca ancha, con capacidad de 1 litro, de material de vidrio o plástico, según el tipo de análisis requerido.
- Introducir los envases con la boca hacia la corriente y lejos de la mano de quien toma la muestra.
- Etiquetar y rotular los envases debidamente, para cada una de las muestras.
- Preservar las muestras según el tipo de análisis requerido.
- Colocar las muestras en hielo a una temperatura de 4º C.

[1] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial.
[2] COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas.
[3] EPA: Environmental Protection Agency.

- Llenar la cadena de custodia.
- Llevar las muestras al laboratorio para sus respectivos análisis físico-químicos y biológicos, cumpliendo con la cadena de custodia.
- Interpretar los resultados de los análisis físico-químicos y biológicos.

5. Sitios de muestreo

El establecimiento de los puntos de muestreo se basa principalmente en el avance del Proyecto, ubicación de las áreas afectadas por los trabajos y su cercanía a los cuerpos de agua superficiales. Por esta razón, se tomaron en cuenta los Puntos que se sitúan dentro del área de influencia directa de los trabajos de construcción del Camino Conector, Campamento Dorado y Campamento Kiwara, Depósito de material estéril de los Campamentos El Dorado) y Campamento Kiwara, Pit Botija, Cantera Camino Corto, Cantera Botija, Camino a la Costa, Campamento TMF y Cantera Old Petaquilla.

Los Puntos PR-PZ6, PR-PZ7, PR-PZ8 y PR-PZ9 se establecieron en las pozas de sedimentación ubicadas en la desembocadura de cuatro quebradas sin nombre en el área de Punta Rincón, donde se realizan trabajos de movimiento de tierra y nivelación de terreno. El punto de muestreo de agua de mar (PR-M1) se estableció con la finalidad de conocer la calidad de las aguas cercanas a los trabajos en el Módulo Flotante o "Combifloat".

Los nueve (9) puntos de muestreo se presentan en la Tabla 1 con sus respectivas coordenadas.

Tabla 1. Ubicación de los sitios de muestreo

Punto de aguas superficiales	Coordenadas
W-5 (Río Botija)	0541991 E; 0976772 N
W-1 (Río Petaquilla)	0533129 E; 0977255 N
W-45 (Río Pifa)	0539261 E; 0981554 N
W-49 (Rio Botija- Camp. Botija)	0533527 E; 0976840 N
PR-PZ6	0533439 E; 0995712 N

Punto de aguas superficiales	Coordenadas
PR-PZ7	0533370 E; 0995712 N
PR-PZ8	0533334 E; 0995644 N
PR-PZ9	0533076 E; 0995634 N
Punto de Muestreo de agua de mar	
PR-M1	0533237 E; 0996173 N

Fuente: CODESA, 2013.

6. Resultados

En las Tablas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se presentan los resultados obtenidos de las muestras colectadas para cada uno de los puntos de muestreo, de acuerdo a los análisis de laboratorio que se adjuntan en el Anexo 2.

Tabla 2. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo W-5

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[2]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,3	7,87	7,84	7,98	6,5-8,5
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	8,35	7,69	7,83	>6
Turbiedad	NTU	16,66	13,18	5,88	51,0	<100 (época lluviosa) <50 (época seca)
Temperatura	ΔT ºC	25,8	26,2	24,9	24,8	± 2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	-	44	<2	<2	<3
Coliformes Fecales	UFC/100ml	1,42	870	330	270	<250
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	0,09	<0,01	0,01	1,32	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,7 (época lluviosa), <0,12 (época seca)
Arsénico	µg/ L	0.0026	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	-	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	0.00038	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,2
Plomo Total	µg/ L	-	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	55,1	56,5	57,8	47,5	<500
Aceites y Grasas	mg/L	2,27	4,2	<2	8	<10
Detergentes	mg/L	-	0,39	0,52	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	-	<10	<10,0	<10,0	<20

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[2]
Nitritos	mg/ L	-	0,033	<0,010	<0,0014	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	-	0,43	<0,05	<0,05	<1,0
Cloruros	mg/L	3,53	5,6	5,14	5,14	<250
Sulfatos	mg/ L	4,54	10,7	5,7	6,94	<250
Sulfuros	mg/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,002
Aluminio	µg/ L	305	300	560	1520	<100
Boro	µg/ L	17	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	-	<5	<5	<0,2	<5
Cloro Residual	µg/ L	-	150	220	300	<10
Cobre	µg/ L	-	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	-	280	220	95,4	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	-	950	850	594,3	<300
Níquel	µg/ L	-	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	-	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	-	170	<1	<1	<180
Vanadio	µg/ L	-	-	<1	<1	NR

1.- Contenida en el Anexo VIII (Línea Base de Calidad de Agua y Sedimentos) del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Mina de Cobre Panamá".

2.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 3. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo W-1

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[2]
Potencial de Hidrógeno	pH	6,4	6,77	7,35	7,18	6,5-8,5
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	8.41	7,51	7,35	>6
Turbiedad	NTU	14,09	1,30	84,40	107,9	<100 (época lluviosa) <50 (época seca)
Temperatura	ΔT ºC	25,14	24,2	25,0	24,6	± 2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	15,63	43	<2	<2	<3
Coliformes Fecales	UFC/100ml	725	230	330	640	<250
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	0,129	<0,01	0,06	3,70	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,7(época lluviosa), <0,12 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	0,26	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	-	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	0,25	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,2
Plomo Total	µg/ L	0,31	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	36,63	25.1	25,0	26,8	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2	2,8	<2	6	<10

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[2]
Detergentes	mg/L	-	0,49	0,57	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	-	<10,0	<10,0	<10,0	<20
Nitritos	mg/ L	-	0,032	0,026	<0,0014	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	-	0,41	<0,05	<0,05	<1,0
Cloruros	mg/L	2,92	5,0	4,21	2,29	<250
Sulfatos	mg/ L	3,87	7,2	11,0	5,03	<250
Sulfuros	mg/L	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,002
Aluminio	µg/ L	48,55	50	520	4140	<100
Boro	µg/ L	17,73	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	-	<5	<5	<0,2	<5
Cloro Residual	µg/ L	-	70	<10	680	<10
Cobre	µg/ L	8,35	<1	0,33	120	<10
Flúor Total	µg/ L	-	220	920	85,8	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	-	600	960	708	<300
Níquel	µg/ L	0,32	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	0,32	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	5,27	150	<1	200	<180
Vanadio	µg/ L	-	-	<1	<1	NR

1.- Contenida en el Anexo VIII (Línea Base de Calidad de Agua y Sedimentos) del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Mina de Cobre Panamá".

2.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 4. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo W-45

Parámetro	Unidades	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,07	7,48	7,68	6,5-8,5
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,88	7,01	7,12	>6
Turbiedad	NTU	5,88	11,14	6,15	<100 (época lluviosa) <50 (época seca)
Temperatura	ΔT ºC	26,6	24,2	25,4	± 2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	45	<2	<2	<3
Coliformes Fecales	UFC/100ml	150	760	210	<250
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	0,01	<0,01	1,91	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,7 (época lluviosa), <0,12 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	49	47,0	40,1	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2	<2	168	<10
Detergentes	mg/L	0,09	0,46	0,06	<0,5
Clorofila a	µg/L	<10	<10,0	<10,0	<20

Parámetro	Unidades	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Nitritos	mg/ L	0,037	0,05	<0,0014	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0,48	<0,05	<0,05	<1,0
Cloruros	mg/L	4,7	4,67	2,43	<250
Sulfatos	mg/ L	1,6	1,9	2,36	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,002
Aluminio	µg/ L	130	350	90	<100
Boro	µg/ L	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<0,2	<5
Cloro Residual	µg/ L	150	<10	90	<10
Cobre	µg/ L	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	220	120	<114,3	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	510	860	609	<300
Níquel	µg/ L	1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	60	<1	230	<180
Vanadio	µg/ L	-	<1	<1	NR

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 5. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo W-49

Parámetro	Unidades	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[2]
Potencial de Hidrógeno	pH	6,77	7,23	7,73	6,5-8,5
Oxígeno Disuelto	mg/L	8.41	6,69	7,49	>6
Turbiedad	NTU	1,30	5,88	25,9	<100 (época lluviosa) <50 (época seca)
Temperatura	ΔT ºC	24,2	24,6	27,0	± 2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	43	<2	<2	<3
Coliformes Fecales	UFC/100ml	230	760	570	<250
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	<0,01	0,47	1,65	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,7(época lluviosa), <0,12 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	25.1	68,5	47,5	<500
Aceites y Grasas	mg/L	2,8	<2	3	<10
Detergentes	mg/L	0,49	0,47	0,07	<0,5
Clorofila a	µg/L	<10,0	<10,0	<10,0	<20
Nitritos	mg/ L	0,032	<0,010	<0,0014	<1,0

Parámetro	Unidades	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[2]
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0,41	<0,05	<0,05	<1,0
Cloruros	mg/L	5,0	5,61	3,29	<250
Sulfatos	mg/ L	7,2	13,6	8,05	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,002
Aluminio	µg/ L	50	2970	550	<100
Boro	µg/ L	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<0,2	<5
Cloro Residual	µg/ L	70	<10	540	<10
Cobre	µg/ L	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	220	220	93,20	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	600	350	214,8	<300
Níquel	µg/ L	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	150	<1	224	<180
Vanadio	µg/ L	-	<1	<1	NR

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 6. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo PR-PZ6

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,75	6,62	6,84	6,88	7,03	6,5-8,5
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,48	7,30	5,66	6,43	5,85	>6
Turbiedad	NTU	5,43	9,95	28,71	18,47	14,8	<100 (época lluviosa) <50 (época seca)
Temperatura	ΔT ºC	28,9	26,1	27,0	26,8	27,0	± 2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	4	18	45	<2	<2	<3
Coliformes Fecales	UFC/100ml	5600	590	270	370	420	<250
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	<0,01	<0,01	1,49	0,77	13,82	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,7 (época lluviosa), <0,12 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3090	42,5	91,7	95,0	106	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2	<2	3,0	<2,0	<2,0	<10

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Detergentes	mg/L	<0,10	<0,01	0,11	0,75	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	<1	<1	<10,0	<10,0	<10,0	<20
Nitritos	mg/ L	0,027	0,041	0,021	0,202	<0,0014	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,05	<0,05	0,57	0,16	<0,05	<1,0
Cloruros	mg/L	1300	14,9	17,8	16,3	6,52	<250
Sulfatos	mg/ L	228,48	8,07	18,9	31,0	25,71	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0.05	<0,05	<0,002
Aluminio	µg/ L	1030	390	330	7690	340	<100
Boro	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cloro Residual	µg/ L	<10	<10	46	700	<0,010	<10
Cobre	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	<10	<10	190	210	116	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	2010	1010	1280	3850	610	<300
Níquel	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	230	<180
Vanadio	µg/ L	-	-	-	<1	<1	NR

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 7. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo PR-PZ7

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,53	6,90	6,92	6,04	7,73	6,5-8,5
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,30	8,59	6,10	7,28	7,13	>6
Turbiedad	NTU	5,26	11,03	6,84	88,78	21,4	<100 (época lluviosa) <50 (época seca)
Temperatura	ΔT ºC	27,9	26,6	26,6	26,8	27,4	± 2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	5	36	47	<2	<2	<3
Coliformes Fecales	UFC/100ml	620	330	230	4000	640	<250
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	<0,01	<0,01	0,26	0,27	0,68	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,7 (época lluviosa), <0,12 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	39,5	31,6	54,3	47,7	95	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2	<2	1,4	<2,0	<2,0	<10

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Detergentes	mg/L	<0,10	<0,10	1,30	0,57	0,10	<0,5
Clorofila a	µg/L	<1	<1	<10	<10,0	<10	<20
Nitritos	mg/ L	0,029	0,028	0,032	0,076	<0,0014	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0.05	<0,05	0,47	0,06	<0,05	<1,0
Cloruros	mg/L	20,0	20,1	12,5	5,14	6,47	<250
Sulfatos	mg/ L	12,09	10,88	17,9	26,9	18,65	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,002
Aluminio	µg/ L	290	350	110	5260	310	<100
Boro	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cloro Residual	µg/ L	<10	<10	31	150	280	<10
Cobre	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	<10	<10	280	120	71,4	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	2010	1160	1550	3530	51,2	<300
Níquel	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	<1	<1	50	50	210	<180
Vanadio	µg/ L	-	-	-	<1	<1	NR

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 8. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo PR-PZ8

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,41	6,62	7,18	7,07	7,16	6,5-8,5
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,24	7,30	7,18	6,02	2,75	>6
Turbiedad	NTU	5,86	4,61	9,28	340,03	21,3	<100 (época lluviosa) <50 (época seca)
Temperatura	ΔT ºC	29,4	27,0	27	25,6	27,2	± 2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	2	20	43	<2	<2	<3
Coliformes Fecales	UFC/100ml	820	2200	4100	7300	520	<250
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	<0,01	0,029	3,94	0,81	138,70	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0,05	<0,05	1,0	<0.05	<0,05	<0,7 (época lluviosa), <0,12 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	<0,01	<0,01	<0.01	<0,01	<0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	61,7	42,5	238	72,6	273	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2	<2	4,4	<2,0	<2,0	<10

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Detergentes	mg/L	<0,10	0,07	0,49	0,62	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	<1	<1	<10	<10,0	<10,0	<20
Nitritos	mg/ L	0,027	0,029	2,34	0,058	<0,50	<1.0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,05	<0,05	2,41	<0,05	<0,05	<1,0
Cloruros	mg/L	37,0	6,0	36	23,3	18,40	<250
Sulfatos	mg/ L	10,29	17,81	33,1	35,3	32,82	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,002
Aluminio	µg/ L	210	190	260	25090	460	<100
Boro	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Cloro Residual	µg/ L	<10	<10	80	<0,010	320	<10
Cobre	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	<10	1180	280	780	99,1	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	980	370	2480	2480	172,7	<300
Níquel	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	<1	<1	20	<1	140	<180
Vanadio	µg/ L	-	-	-	<1	<1	NR

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1C) en la República de Panamá.

Tabla 9. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo PR-PZ9

Parámetro	Unidades	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,50	6,5-8,5
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,12	>6
Turbiedad	NTU	16,9	<100 (época lluviosa) <50 (época seca)
Temperatura	ΔT ºC	27,0	± 2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	<2	<3
Coliformes Fecales	UFC/100ml	170	<250
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	3,64	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0,05	<0,7 (época lluviosa), <0,12 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	<0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	78,4	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2,0	<10
Detergentes	mg/L	0,62	<0,5
Clorofila a	µg/L	<10,0	<20

Parámetro	Unidades	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-C[1]
Nitritos	mg/ L	<0,0014	<1.0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,05	<1,0
Cloruros	mg/L	6,07	<250
Sulfatos	mg/ L	9,06	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	<0,002
Aluminio	µg/ L	540	<100
Boro	µg/ L	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	<5
Cloro Residual	µg/ L	200	<10
Cobre	µg/ L	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	190	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	461,1	<300
Níquel	µg/ L	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	<1	<180
Vanadio	µg/ L	<1	NR

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1M) en la República de Panamá

Tabla 10. Caracterización de las aguas superficiales. Punto de Muestreo PR-M1 (Agua de Mar)

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-M[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	8,29	7,39	8,04	8,38	8,38	6,5-9
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,44	7,30	8,02	6,15	7,89	>5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	<2	<2	36	<2	<2	<2
Coliformes Fecales	UFC/100ml	<1	42	<1	370	370	<50
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	<0,25	1,42	0,40	0,67	0,53	<0,40
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0.05	<0,01	1,0	<0,05	<0,05	<0,12
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Aceites y Grasas	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<0,5
Detergentes	mg/L	<0,10	<0,01	0,98	0,98	0,05	<0,2
Nitritos	mg/ L	0,023	0,031	0,035	0,040	0,032	<0,07
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,40
Aluminio	µg/ L	90	410	420	900	51,1	<100
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<5	<5	<5	<1

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	4to Informe	5to Informe	6to Informe	Anteproyecto Clase 1-M[1]
Cloro Residual	µg/ L	<10	<10	<0,010	160	70	<10
Cobre	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Flúor Total	µg/ L	1030	<10	280	1170	0,77	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	<1	250	100	<1	59	<300
Níquel	µg/ L	10	<1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<10
Zinc Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	157,2	<90
Hidrocarburos Totales	µg/ L	<50	<50	<0,05	<0,05	<0,05	<50
Enterococos	UFC/ 100ml	<1	4,2	<1	<1	<1	<50

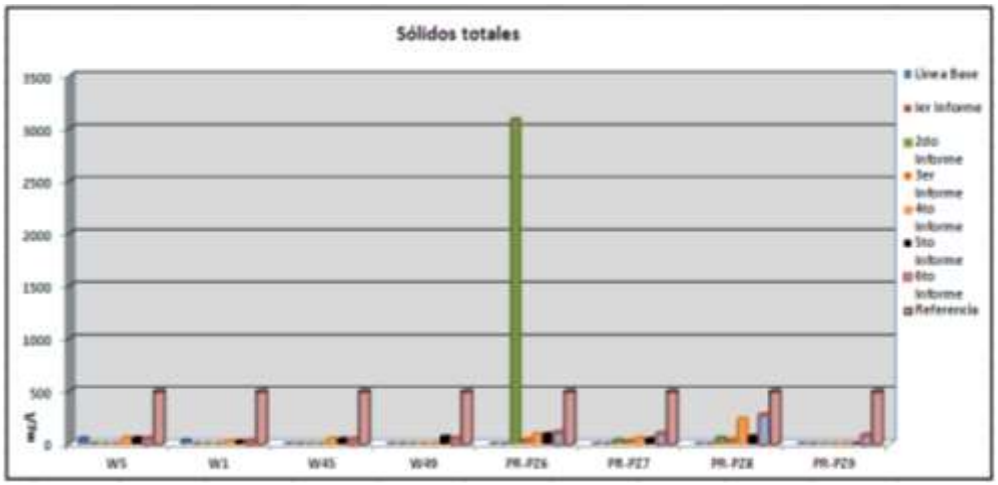
1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1M) en la República de Panamá.

7. Discusión

Los resultados obtenidos en las nueve muestras, se comparan con los límites máximos permisibles establecidos en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales. Los sitios de muestreo (W-45, W-49, PR-PZ6, PR-PZ7, PR-PZ8 y PR-M1) fueron establecidos de acuerdo al avance de los trabajos en el Proyecto, por tanto no se cuenta con datos de línea base.

7.1. Puntos de muestreo de agua dulce (W-5, W-1, W-45, W-49, PR-PZ6, PR-PZ7, PR-PZ8 y PR-PZ9)

Gráfica 1. Concentración de sólidos totales



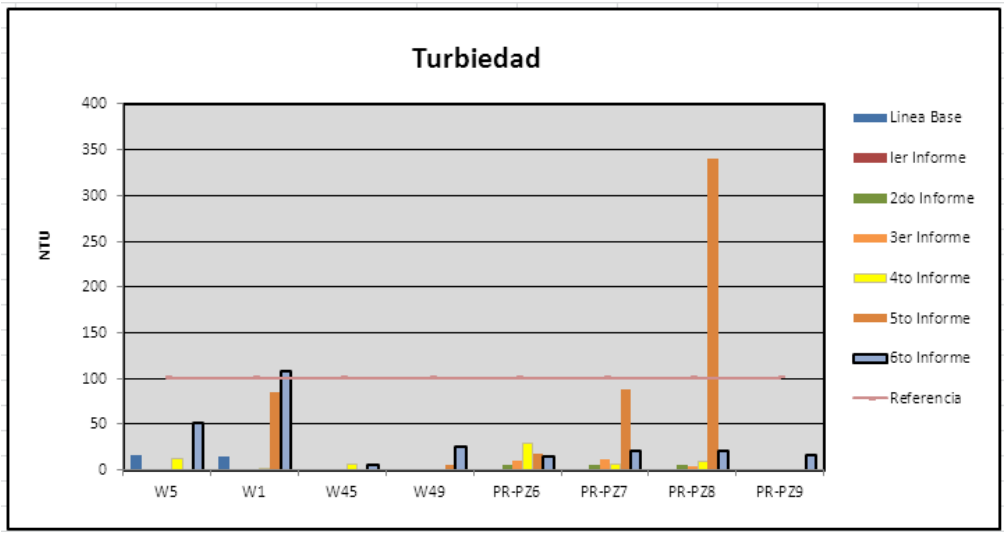
Fuente: CODESA, 2013.

- **Sólidos Disueltos Totales**

La concentracion de solidos disueltos totales en los puntos W-1, PR-PZ6, PR-PZ 7 yPR-PZ 8 mostró un ligero aumento en relacion con el informe anterior; sin embargo, los resultados de las muestras obtenidas se mantienen por debajo del límite máximo permisible que establece la norma de referencia (Ver Gráfica 1). En los puntos W5, W-45, W-49 se presentó una disminución en comparación con el informe anterior.

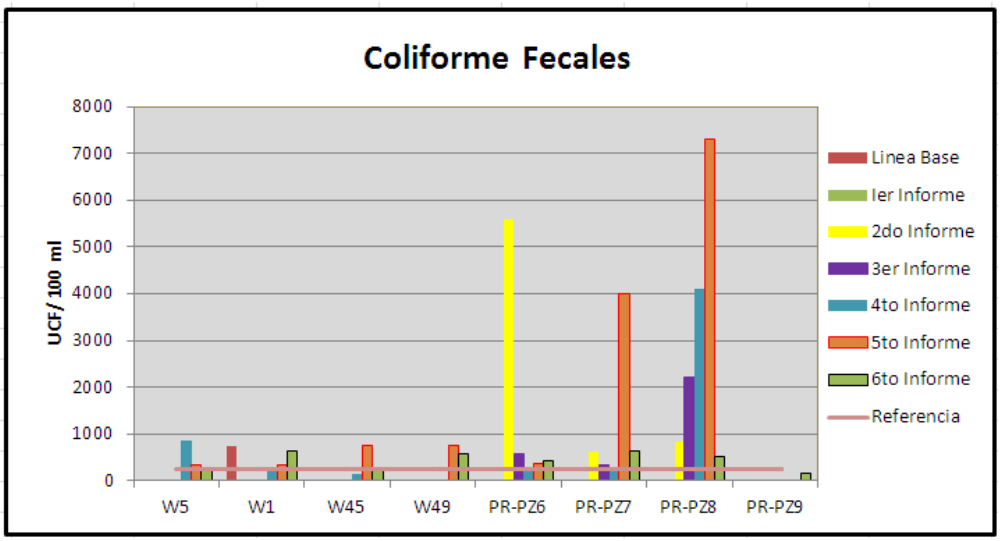
En cuanto a la concentración de solidos disueltos totales, en los puntos de muestreo W-5, W-1, W-49 se registró un incremento de 45.92, 23.50 y 20.02 respectivamente en cada uno de los puntos en comparación con el informe anterior, en el punto W-5 se encuentran por debajo del límite máximo permisible para época lluviosa que establece el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo utilizado como referencia; sin embargo, en el punto W-49 se presentó un ligero aumento de 7.9 por encima del límite máximo permisible, este comportamiento se puede atribuir a las constantes lluvias en el área (Ver Imágenes 13 y 14).

Gráfica 2. Valores de turbiedad por punto de muestreo



Fuente: CODESA, 2013.

Gráfica 3. Valores obtenidos en la concentración de coliformes fecales



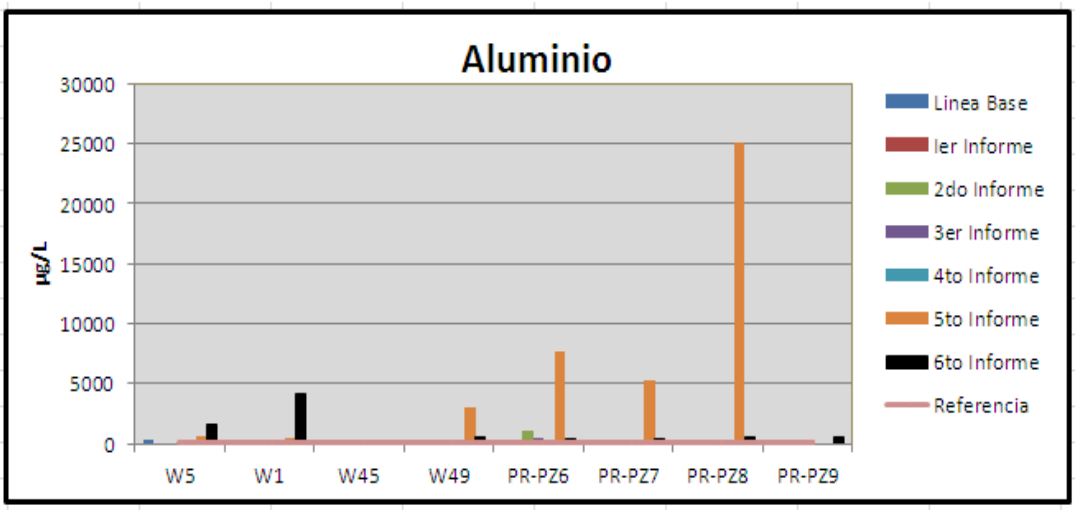
Fuente: CODESA, 2013.

- **Coliformes fecales**

La concentración de coliformes fecales en los puntos W-5, W-45, W-49, PR-PZ7 y PR-PZ8 disminuyó en comparación con el informe anterior; sin embargo sobrepasan el límite máximo permisible por la normativa nacional; Esta condición puede estar influenciada por el desarrollo de actividades antropogénicas (asentamientos humanos, ganadería y agricultura) cerca de los punto de muestreo en sitio mina; con la excepción del punto W-45 donde se encuentra por debajo del límite máximo permisible. (Ver grafica 3)

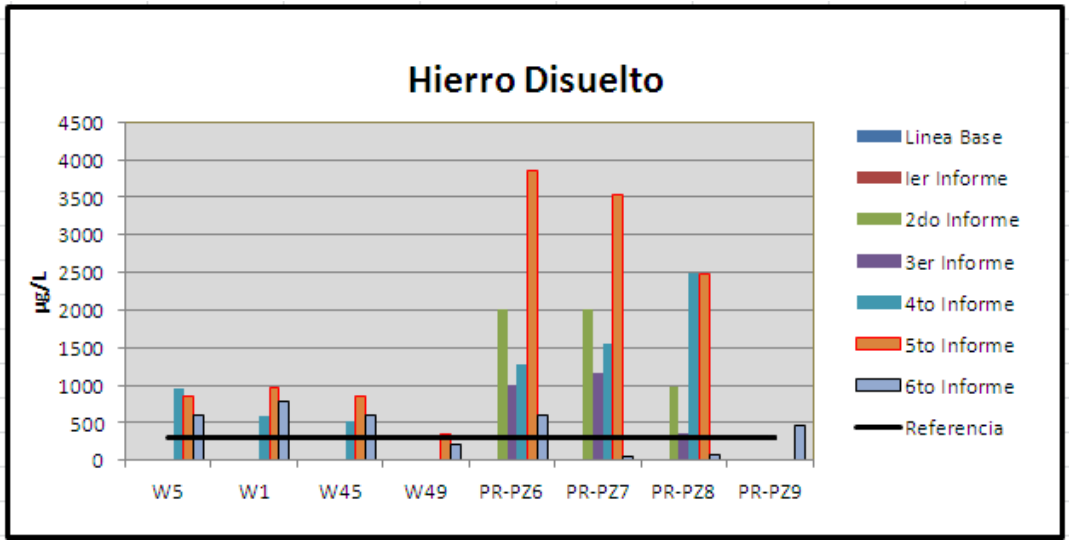
En comparación con el informe anterior, en los puntos de muestreo W-1 y PR-PZ6 se registró un aumento en la concentración de coliformes fecales por lo cual se mantiene sobre el límite máximo establecido en la norma de referencia; esta condición se puede atribuir al arrastre de materia fecal del ganado, fauna silvestre y las actividades antropogénicas.

Gráfica 4. Valores obtenidos en la concentración de Aluminio



Fuente: CODESA, 2013.

Gráfica 5. Valores obtenidos en la concentración de Hierro Disuelto



Fuente: CODESA, 2013

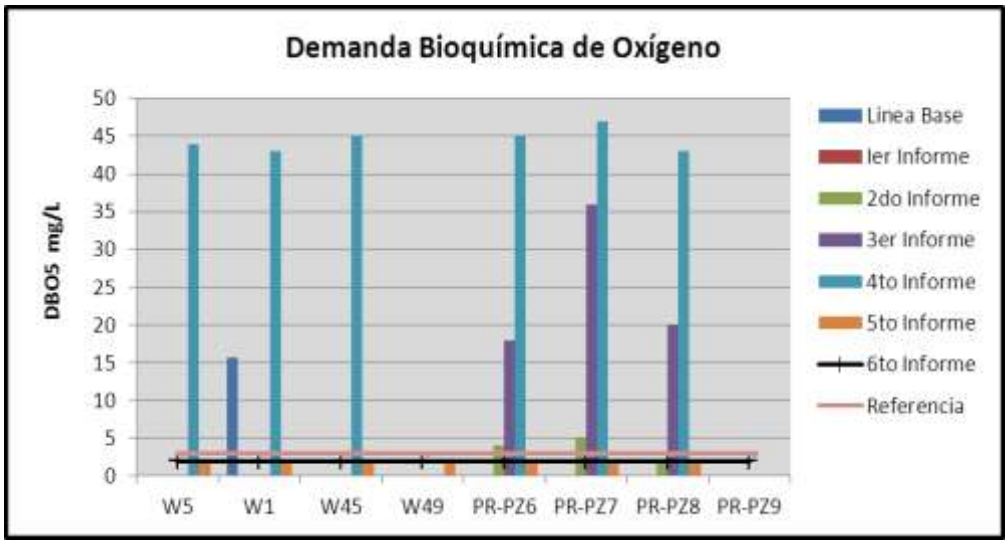
- **Metales pesados**

Los resultados de los metales pesados como el zinc, arsénico, cadmio, níquel y plomo evidenciaron niveles por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por el Anteproyecto de referencia en todos los sitios de muestreo (Ver Tablas 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8).

En cuanto al zinc en los puntos W-1, W-45, W-49, PR-PZ6 y PR-PZ7 se registraron valores por encima de la norma.

En los puntos W-5, W-1, W-49, PR-PZ6, PR-PZ7, PR-PZ8, PR-PZ9 se reflejaron concentraciones de Aluminio (Al) e Hierro Disuelto (Fe) por encima de los límites máximos permisibles establecidos por el Anteproyecto utilizado como referencia. Esta condición pudo originarse por las constantes lluvias en el sitio, lo cual provoca el desgaste natural de los suelos que a su vez genera la sedimentación de partículas, al igual que los trabajos de construcción y adecuación de caminos. A pesar de esta situación, las concentraciones de Aluminio y Hierro Disuelto disminuyeron considerablemente en los puntos W-45, PR-PZ6, PR-PZ7 y PR-PZ8 en relación al informe pasado.

Gráfica 6. Valores obtenidos en la concentración de DBO_5



Fuente: CODESA, 2013.

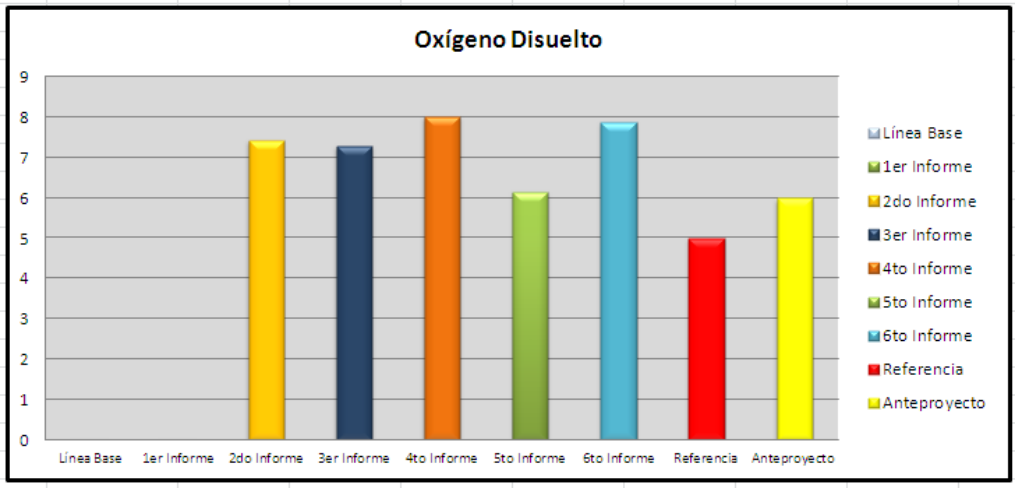
- **Demanda Bioquimíca de Oxígeno**

En todos los puntos de muestreos la Demanda bioquímica de oxigeno se encuentra dentro del límite máximo que establece el Anteproyecto Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (clase 1C) en la República de Panamá.

7.2. Punto de muestreo de agua de mar (PR-M1)

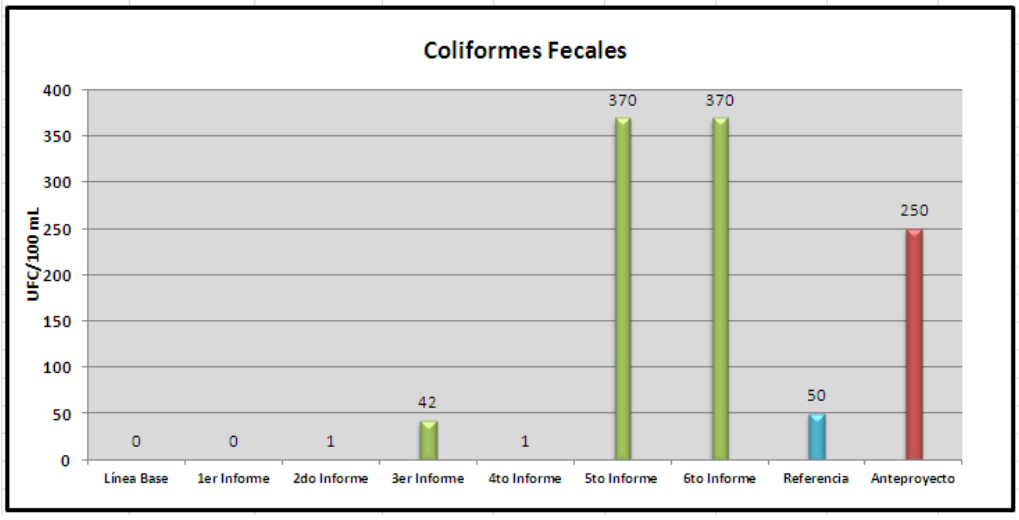
En la muestra de mar, la concentración de oxígeno disuelto se encuentra por encima del limite mínimo que establece el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Ver Gráfica 4).

Gráfica 4. Valor obtenido en la concentración de oxígeno disuelto en el Punto PR-M1



Fuente: CODESA, 2013.

Gráfica 5. Valores obtenidos en la concentración de coliformes fecales en el Punto PR-M1



Fuente: CODESA, 2013

- **Coliformes fecales**

Los niveles de coliformes fecales registraron valores por encima del límite máximo que establece el Anteproyecto de referencia (<50 UFC/100 ml) en el Punto PR-M1 (Ver Gráfica 1.5.). Cabe mencionar que cuentan con una planta de tratamiento en el Campamento GAP a la

cual se le realizan pruebas y calibraciones para tramitar el permiso de descarga correspondiente.

Por otra parte, la concentración de hidrocarburos totales en la muestra de mar se encuentra por debajo del límite máximo permitido por la normativa de referencia. En el area del combifloat se toman todas las medidas necesarias para evitar la contaminacion por hidrocarburos.
En cuanto a las concentraciones de Zinc presentó una aumento en comparacion a los informes anteriores, este aporte se puede ver influenciado por las escorrentias de los suelos con contenido de zinc.
De igual forma el Nitrato registró un aumento al compararlo con el informe anterior, este resultado puede atribuirse a las actividades de agricultura y ganaderia.

Cabe mencionar que las concentraciones de cloro residual aumentaron considerablemente en los puntos W-5, W-1, W-45, PR-PZ7, PR-PZ8 y PR-PZ9, este aporte probablemente este influenciado por los aportes de detergentes.

En el punto W-45 presentó un incremento en los aceites y grasas este aporte se puede atribuir a los residuos domesticos.

8. Conclusiones

Minera Panamá mediante los controles de erosión y sedimentación aplicados en todas las áreas sensitivas del Proyecto, disminuye el aporte de sedimentos a los cuerpos de agua superficiales.

Sin embargo, el desarrollo de actividades antropogénicas y la ganadería posiblemente influyeron en el incremento de los niveles de coliformes fecales, ya que las constantes lluvias en el sitio arrastran todo este material hacia los cuerpos de agua. Del mismo modo, en el área de Punta Rincón se reflejó este incremento; cabe mencionar que actualmente se le realizan pruebas y calibraciones a la planta de tratamiento

Las concentraciones de Aluminio e Hierro Disuelto (Fe) presentaron un aumento en sus concentraciones, lo que puede atribuirse al aporte de sedimentos provenientes del desgaste natural de las formaciones geológicas mediante las constantes lluvias en el sitio y los trabajos de movimiento de tierra.

9. Recomendaciones

- Continuar con el muestreo de la calidad de las aguas superficiales que se encuentran en el área de Proyecto.
- Brindarle mantenimiento periódico a los sistemas de control de sedimentación y erosión específicamente en las pozas de sedimentación 6, 7 y 8 en Punta Rincón.
- Continuar con la implementación de las medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental para el control de la erosión y sedimentación.

10. Bibliografía

- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2011. Resolución DIEORA IA-1210-2011. Proyecto *"Mina de Cobre Panamá"*. República de Panamá.

- Corporación de Desarrollo Ambiental, S.A. 2008. Estudio de Impacto Ambiental Categoría I, Proyecto Campamento Temporal de Minera Panamá, S.A. (Proyecto Cobre).

- Golder Associates. 2010. Estudio de Impacto Ambiental y Social Categoría III. Proyecto *"Mina de Cobre Panamá"*. República de Panamá.

- Hakanson L., Parparov A., Ostapenia A., Boulion V.V., Hambright K.D. 2000. Development of a system of water quality as a tool for management. Final report to INTAS. Uppsala University, Department of Earth Science: 19, 7-11.

- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas). 2007. Anteproyecto de Decreto Ejecutivo de las normas de calidad ambiental para aguas naturales. Panamá. 22 pp.

- MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 1999. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-393-99. AGUA. Calidad de Agua. Toma de Muestra. Resolución N^{o} 596 del 12 de noviembre de 1999. Panamá.

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005.

Anexos

Anexo 1.

Imágenes de la toma de muestras de agua superficial

Imágenes 1 y 2. Toma de muestra en el Punto W-5 (0541991 E; 0976772 N)

Imágenes 3 y 4. Toma de muestra en el Punto W-1 (0533129 E; 0977255 N)

Imágenes 5 y 6. Toma de muestra en el Punto W-45 (0539261 E; 0981554 N)

Imágenes 7 y 8. Toma de muestra en el Punto W-49 (0533527 E; 0995712 N)

Imágenes 9 y 10. Toma de muestra en el Punto PR-PZ6 (0533439 E; 0995712 N)

Imágenes 11 y 12. Toma de muestra en el Punto PR-PZ7 (0533370 E; 0995712 N)

Imágenes 13 y 14. Toma de muestra en el Punto PR-PZ8 (0533334 E; 0995644 N)

Imágenes 15 y 16. Toma de muestra en el Punto PR-PZ9 (0533076 E; 0995634 N)

Imágenes 17 y 18. Toma de muestra en el Punto PR-M1 (0533237 E; 0996173 N)

Anexo 2

Resultados de los análisis de laboratorio